DOI:10.16660/j.cnki.1674-098x.2007.31.082

先秦音乐艺术中的声学成就

张娟
(山西大学 山西太原 030006)

摘 要:先秦时期音乐声学领域的成果是巨大的。乐器声学的发达,使乐器制造由简单、粗糙的形制发展至发声原理更为科学的程度。至于律学的发展成就,代表了中国音乐艺术的理论高度,由更重要的意义。本文从乐器声学、律学两个方面的整理、论述,说明正是由于音乐声学的发展使得先秦音乐艺术在世界上取得了领先的地位。

关键词:音乐声学 乐器 律学
中图分类号:J6 文献标识码:A 文章编号:1673-0534(2007)11(a)-0068-02

音乐声学是采用物理声学理论和方法探索音乐产生及传播规律的一个学科。它是伴随着音乐的发生而产生的,是研究一切声音现象的学科。古时说"诗言志,歌咏言",诗歌是感情发于中的自然流露,它们的产生似乎应在文字产生之前。有了诗歌,包括各种器乐在内的声乐系统就会逐渐建立起来。大约在管弦乐器产生后,有了十二律之说,音律学逐渐发展起来。至迟在周朝时就已经有了五声、八音之说。春秋战国时期,随着生产力的提高,物质文化的发展,音乐成了一门专学,《周礼》六艺"乐"就是其中之一。声学理论就是在这种情况下发展起来的。战国时期科学技术特别是乐器制造工业的发展,促进了音乐声学的发展[1]。

1 乐器声学

我国古人很早就已经认识到音的高低与发音物体本身的性质、结构、形状等有关,用现代语言说就是与发声物体的固有频率有关,而固有频率是由物体本身的性质结构、形状等决定的,通过改变物体的形状、结构,可以改变它的固有频率。

在河南舞阳出土的一批骨笛中,有的骨笛七个指孔都位于一条垂直刻线与七条短横刻线的交点上,可见这些指孔都是事先设定的,并非随意安排的。在骨笛M282:21管身上,我们可以看到,除七个按孔之外,在第一按孔左上方还钻有一个直径1.58mm的小按孔,当是针对第一指孔音偏低而采取的补救措施①。M341:2号骨笛两端开口管径分别为0.72cm×0.9厘米、0.85cm×1.1cm②,整个骨管中间略细,两端略粗,骨管的内径为不规则形内腔。整个管身共有6个按音孔。这6个按音孔之间有5个间距,其中1－2孔、5－6孔间距为1.90cm,2－3孔、3－4孔的间距为1.85cm,4－5孔之间为 1.95cm。从声学角度讲,管子的管长、管径、孔位、孔径等任何一项的改变都可能影响它的音高。一般来讲,管越长,管内径越大,基音(筒音)频率越低;反之,基音频率就越高。在基础音确定后,就要开按孔以发出所需音阶的相对音高。M341:2号骨笛5个间距出现的3种不同数据,说明贾湖人能够利用不等长的孔距,来适应骨管内径的粗细变化来确定开孔的位置,从而得到自己满意的音高。

从贾湖骨笛的制作水平看,当时贾湖人已经能把自己对音的高度感觉,和对管的长度及其变化的、不规则形的管内径粗细变化加以综合的考虑和计算,并在无数的制作骨笛和开孔的实践中找到自己在骨管上需要的音高排列,制造出世界上第一只最精确的乐器[2]。

春秋战国时期的《考工记》记载:

"凫氏为钟……薄厚之所震动,清浊之所由出。侈弇之所由兴,有说。钟已厚则石,已薄则播,侈则柞,弇则郁,长甬则震。是故大钟十分其鼓间,以其一为之厚;小钟十分其钲间,以其一为之厚。钟大而短,则其声疾而短闻;钟小而长,则其声舒而远闻。"

"磬氏为磬。倨句一矩有半。其博为一,股为二,鼓为三。参分其股博。去一以为鼓博。参分其鼓博,以其一为之厚。已上则摩其旁,已下则摩其端。"

钟声清浊由薄厚不同的钟体振动产生。所谓"清浊"指的是音调,音调的高低决定于振动的频率,钟体的薄厚影响到声波的振动。凫人已经掌握了钟发声的高低与钟体的薄厚有关。从目前已出土的钟类乐器中,我们可以看到在钟体内壁不同长度、不同深浅的隧,还有突起的弧形厚块,这些都可以对钟的音高起到微调作用。

同样,"磬人"也从自己的生产实践中认识到"凡乐器,厚则声清,薄则声浊"。从声学原理上讲,钟与磬的振动都是板振动,而板振动的频率与板的厚度成正比。声音太高时,就磨磬的两面,使之变薄,振动频率变低,声音就降至正常;声音太低时就磨其两端,使磬体相对变厚,声音就升高至正常的要求。

值得注意的是,中国古代的乐钟都铸成"合瓦形",是为了防止音波相互干扰。钟的振动类似板振动,圆形板面振动的连续性比其他任何形状的振动连续性都要强,加上圆钟受击以后里面的空气涡流发生迂回作用,因而在钟口形成的空气的压缩和延续的时间较长。这样,一方面听到的声音比较长,另一方面,在快速旋律中,声波就相互叠加和干扰,不成音律。而古代乐钟的合瓦形结构能同时存在两个互为抑制的振动模式,从演奏效果看,避免了音波相互干扰的问题。在此振动模式基础上,钟匠对钟的内壁做精心锉磨、调音,就能实现一个钟体上发出两个相距为三度音程关系的乐音,这也是中国特有的"一钟双音"现象。

2 律学

"律"是构成律制的基本单位。当各律在高度上作精密的规定,形成一种体系时,就称为"律制"。详细的说,律学就是对构成乐制的各音,依据"声学"原理、运用数学方法来研究各音之间相互关系的一门科学[3]①。

律学的基础在于人类对音高——一定频率的乐音——的认识。《虞书·舜典》、《吕氏春秋·古乐》等关于新石器时代神话传说的记载中反映出中国古人对音高规律的认识。山西夏县和襄汾的陶寺出土的新石器时代粗制石磬和河南出土的商代虎纹大石磬,测音均在#C1左右,说明夏、商人已经有了绝对音高概念。

据古籍记载,中国很早已出现五声音阶、七声音阶和十二律。五声之名至迟在春秋战国时期(前770－前221年)已经出现。在《国语·周语》(约公元前5世纪)所载的前522年乐官伶州鸠答周景王的问话中就提到了宫、角、羽三个声名、十二律的律名及"七律"。

关于十二律的起源,《吕氏春秋·古乐》记载了公元前两千多年前,黄帝命乐官伶伦作律。伶伦在昆仑山边取竹节,按凤凰的鸣叫声制十二律,并以两节间长度为三寸九分的竹筒作为"黄钟之宫"的标准高度。伶伦作十二律之说,含有夸张成分,但这个传说本身说明了上古时期的中国人已经认识到乐音的高度可以用律管来记录和保存,而且可以用一定的长度的律管来制定音阶的标准音。中国古代的历代王朝就是用律管的形式来制定和颁发"黄钟"律标准高度的。

春秋战国时期,随着音乐活动和乐器制造的发展,我国古代律学也得到了很大的发展。人们对乐、律的认识进入了对概念进行规范、对度量关系进行计算的、形成理论的阶段。中国古籍中记载科学的律学理论,最早见于春秋时齐国相管仲在《管子·地员》篇中提出的"三分损益法":

"三分损益"是一种生律的方法,即把一个振动体在长度上均分为三段,舍其三分之一,取其三分之二,称为"三分损一"。同样均分为三段,加其三分之一,称为三分之四,称为"三分益一"。如此继续相生而成各律,称为"三分损益法";从精密的定律法看来,就是"三分损益律"。振动体三分损益所发之音,比原长所发之音高纯五度;三分益一所发之音比原长之音低纯四度。下方纯四度就是上方纯五度的转位,所以这种律制属于

五度相生律[3]①。

继《管子·地员》之后，有《吕氏春秋·音律》把三分损益法所生之律由五律增加到十二律："黄钟生林钟，林钟生太簇，太簇生南吕，南吕生姑冼，姑冼生应钟，应钟生蕤宾，蕤宾生大吕，大吕生夷则，夷则生夹钟，夹钟生无射，无射生仲吕。三分所生，益之一分以上生；三分所生，去其一分以下生。黄钟、大吕、太簇、夹钟、姑冼、仲吕、蕤宾为上；林钟、夷则、南吕、无射、应钟为下。"这里说的"上生"就是加长三分之一(乘以4/3)，"下生"就是缩短三分之一(乘以2/3)，以此来定出另一律的长度②。

这种生律法，以黄钟为元声，余声则依十二律次序循环计算，每隔八位生一律，因而也叫"隔八相生法"。

从相邻两律间的音分值看来，可知相邻两律间的音程，只有两种；一是五度相生律大半音，计114音分，另一种是五度相生律小半音，计90音分。由"三分损益法"所生的十二律，实际上是一种不平均律。它所形成的古代大全音(204音分)较十二平均律的全音为大，古代小半音(90音分)较十二平均律的半音为小。因此，三分损益法上下相生到第十二律仲吕时，就出现了"仲吕极不生"，"黄钟不能还原"的现象，暴露出十二律不能回归本律和无法"周而复始"的旋宫转调的问题，由此也揭开了长达两千多年之久的人们寻求理想的平均律的历史篇章。

先秦时期音乐科技在音乐声学领域的成果是巨大的，对于音乐实践来说它有更强的应用性，使乐器制造由简单、粗糙的形制发展至发声原理更为科学的程度。至于律学的发展成就，代表了中国音乐艺术的理论高度，由更重要的意义。仅从曾侯乙编钟反映出的中国古代律学三分损益律、纯律的使用技术为当时中国音乐创作中单声部旋律、多声部和声的发生提供了巨大的可能。而其中成果取得的关键在于当时数学计算中达到的"精、微"的高度水平和物理声学关于材料振动原理的具体应用。音乐声学的发展使得先秦音乐艺术在世界上取得了领先的地位。

参考文献

[1] 李纯一.中国上古出土乐器综论[M].文物出版社,1996:359.
[2] 箫兴华.中国音乐文化文明九千年——试论河南舞阳贾湖骨笛的发掘及其意义.音乐研究,2000,3.
[3] 缪天瑞.律学.人民音乐出版社,1999:1.
[4] 修海林.中国古代音乐史料集[M],世界图书出版社,2000.
[5] 刘洪涛.中国古代科技史[M],南开大学出版社,1991.
[6] 黄翔鹏.溯流探源[M].人民音乐出版社[M],1994.
[7] 吉联抗. 吕氏春秋中的音乐史料[M],上海文艺出版社,1963.
[8] 自然科学史研究所.中国古代科技成就[M].中国青年出版社,1978.
[9] 方建军.中国古代乐器概论(远古-汉代)[M],陕西人民出版社,1996.
[10] 李纯一.先秦音乐史[M].人民音乐出版社,1994.
[11] 黄翔鹏.乐问[M],中央音乐学院学报社,2000.
[12] 杨荫浏.中国古代音乐史稿[M],人民音乐出版社,1980.
[13] 徐飞、夏季、王昌燧.贾湖骨笛音乐声学特性的新探索[J],音乐研究,2004.1.
[14] 崔宪.先秦乐律的历史流变[J],黄钟,1994.1-2.
[15] 陈应时.中国传统音乐基本理论[J],音乐艺术,1995.3.
[16] 崔宪.曾侯乙编钟律学研究[J],中国音乐学,1994.1.

(上接67页)

首先,校领导要为师生员工树立良好的榜样，切实树立"教学第一"思想，全身心地为教学工作服务，营造文明健康的育人环境；其次,通过学生评教和工作量化为核心建立奖惩制度，优化师资队伍。

4.2 强化学生思想政治修养

建立校领导、辅导员、班主任和任课教师为一体的思想政治工作网，深入开展多层次、多角度的志向、人生观、价值观的教育，激发学生学习积极性和主动性。

4.3 加强制度建设

第一,学校可以争对一些学习自觉性较差的学生建立科学合理的规章制度,规范学生的行为。

第二,建立完善考务规章制度,规范考试程序。严格监考人员资格审核、培训和对其的监督与奖罚,按监考比例配足监考员和巡视员，并严肃处理考试作弊学生。

4.4 深化教学改革、不断更新育人观念

重视教育科研,营造浓厚的学术氛围更切合二十一世纪社会发展的需要。要深入进行教学内容和课程体系、教学方法和教学手段的改革。

首先，实现"教学、考试分离制"。教、考分离，一方面可以调动学生自觉学习的积极性，不会拘泥于老师的"重点"，会主动扩大知识面。另一方面，可以避免考试作弊，促进健康的考风、教风、学风建设。

其次，由应试教育向素质教育、创新教育转变，要从重试学生考试成绩转移到重视学生能力及整体素质教育上来。

4.5 重视扩招后办学环境的研究

高等教育从"精英教育"到"大众教育"的转变，需要学校提高校园环境、生活设施、文化活动等方面。要对学生进行理性信念、人生观、价值观的教育。大学生在积极健康向上的校园文化氛围中学习生活,心里、情操受感染,容易激发上进心和竞争心,有利于良好学风和考风的形成。

狠抓"三风"建设，创良好的育人环境是全体师生员工的共同责任,是提高人才培养质量的重要途径,也是搞好社会主义精神文明的需要。

参考文献

[1] 陈刚.试论高校学风建设[J].杭州电子科技大学学报(社会科学版,2006,3(2):5-7.
[2] 易宁.高校学风状况的调查研究[J].江西社会科学,2006,2:210-212.
[3] 刘燕.以人为本 科学管理 推动地方高校的教风学风建设[J].经济师,2006,4:99-100.
[4] 邓北川.教师在大学生学风养成方面的影响与作用[J].西安航空技术高等专科学校学报,2006,3(24):75-77.
[5] 宋美兰.高校学风建设简论[J].湖南社会科学,2006,1:163-166.
[6] 李毅昂.关于加强高校考风建设的几点思考[J].高教论坛,2005,4(2):48-50.